内 容 简 介

本书注重实际应用，在写作方式上采用模块化的结构，运用图解的方式，以图为主， 以文为辅，介绍“如何识读”PLC控制梯形图和助记符编程语言，并以此轻松学会PLC编程方法和技巧，非常便于有一定电子技术基础的读者学习。

本书以欧姆龙PLC为对象，简单介绍了PLC的基本结构、硬件系统、基本指令系统以及部分应用指令，重点讲述了PLC控制系统的硬件编程、硬件设计步骤以及在传统控制电路改造中的应用，内容充实，通俗易懂。

本书可作为大中专院校工业自动化、机电一体化等相关专业学生学习用书，也可供从事自动化及相关专业工作的技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

图解PLC控制系统梯形图及指令表 / 陆运华，胡翠华编著. —北京：中国电力出版社，2007.6
(图解自动化技术丛书)
ISBN 978-7-5083-5361-6

I. 图… II.①陆…②胡… III.可编程序控制器－图解Ⅳ.TP332.3-64

中国版本图书馆CIP数据核字（2007）第053919号

责任编辑：王杏芸
责任校对：崔燕菊
责任印制：李文志

丛 书 名： 图解自动化技术丛书
书　　名： 图解PLC控制系统梯形图及指令表
编　　著： 陆运华　胡翠华
出版发行： 中国电力出版社
地址：北京市三里河路6号　　邮政编码：100044
电话：(010)68362602　　传真：(010)68316497
印　　刷： 北京盛通彩色印刷有限公司
开本尺寸： 185×260　　印　张：14.25　　字　数：344千字
书　　号： ISBN 978-7-5083-5361-6
版　　次： 2007年6月北京第1版
印　　次： 2007年10月第2次印刷
印　　数： 4001—7000
定　　价： 28.00元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有　翻 印 必 究

需要全本请访问 www.ertongbook.com

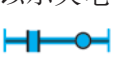
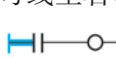
前　言

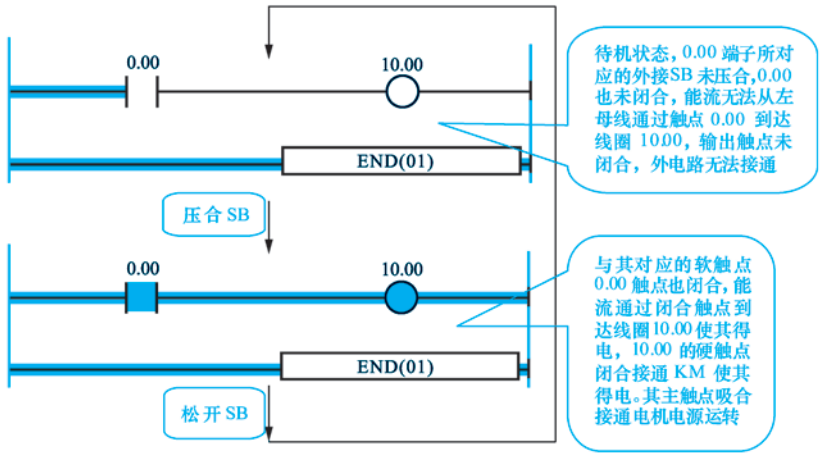
PLC（可编程控制器）是以微型计算机技术为核心的通用工业控制装置。它将传统的继电器—接触器控制技术与计算机程序控制技术、通信技术有机地整合为一体，具有功能强大、环境适应能力强、编程简单易学、与控制系统兼容性高等诸多优点。因此，近年来在工业自动化控制、机电一体化、改造传统控制系统等方面得到了越来越多的应用。学习、掌握和应用 PLC 技术在提高我国工业自动化水平和生产效率方面具有十分重要的意义。

目前，介绍 PLC 技术方面的书籍很多，但专门介绍 PLC 且适合于初学者自学之用的入门级书籍少之又少，因此本书作者力图从初学者自学的角度出发编写了本书，奉献给广大 PLC 技术的初学者和爱好者。虽然目前国内市场上使用的 PLC 品牌各异，但是它们的工作原理及结构性能确是大同小异的，只是在组合形式、编程语言方面有所区别。本书以欧姆龙（Omron）的 CPM2AH 系列 PLC 为对象，详细介绍了识读 PLC 控制系统梯形图和助记符（指令语句表）编程语言及 PLC 的编程方法等。读者朋友只要掌握了一种 PLC 的指令系统和编程方法就可举一反三将其移植应用到其他系列甚至是其他品牌的 PLC 机型上。

本书着重介绍“如何识读”PLC 控制系统梯形图和助记符编程语言，从应用的角度出发大篇幅讲解了 PLC 控制系统的编程方法、工作原理及工程应用，避免过多地赘述底层微机知识，目的是使学过电工和具有一定电子技术基础知识的读者能够很容易地看懂学会梯形图。全书共分为七章：第一章主要介绍 PLC 的基本结构及最基本的工作原理；第二章主要介绍欧姆龙公司的 CPM2AH 系列 PLC 的硬件系统组成；第三章主要介绍 CPM2AH 系列 PLC 基本指令系统和部分应用指令的应用方法；第四章主要介绍 PLC 的软件编程方法及一些实用的基本单元程序模块；第五章简单介绍 PLC 控制系统的硬件设计步骤及方法；第六章介绍 PLC 在传统继电器—接触器控制电路改造中的应用；第七章介绍实用的系统工程的设计及程序分析。

本书在写法上采用模块化结构，运用图解的方法，以图为主、图文并茂、以图其解。本书对梯形图的每个梯级的功能适当地标以注释以帮助读者分析程序，同时对于程序执行过程中的各种特定状态除了采用“运行时序图”来进行分析外，还准确地采用了“执行状态过程转换图”这一特定的表述方法来详细再现程序内部软触点的通断及内部软继电器线圈的得电与失电状态，并在各种对应的状态旁边标以简短的文字注释加以讲解。

如下图所示即为三相异步电动机点动控制程序的“执行状态过程转换图”，图中内部软触点闭合则该触点内部被颜色填充“”以示闭合，反之则为空白底色“”以示断开；内部软继电器线圈得电则代表线圈的圆圈被颜色填充“”以示得电，反之则为空白底色“”以示失电；每个梯级若控制条件满足则从左母线至右母线的电路及连线上以有颜色的能流“”填充显示，反之则为背景黑色“”。



本书编写时力图文字精练，分析步骤详细、清晰，且内容充实、通俗易懂。读者通过本书的学习，可以全面快速地掌握 PLC 控制技术的应用。本书适合广大初中级电工及工控技术爱好者自学之用，也可供技术培训及在职技术人员进修学习之用，亦可作为大中专院校相关专业师生的参考书。

在本书的编撰过程中，参考了大量的相关书籍，并应用了其中的一些资料，碍于篇幅所限，难以一一列举，在此一并向有关作者表示衷心的感谢。同时由于编者水平所限，书中错误在所难免，恳请读者朋友不吝批评指正。

作　者

2007 年 3 月

目　录

前　言

第一篇　原 理 篇

第一章　PLC 的构成及工作原理 2
第一节　PLC 概述 2
一、PLC 的定义 2
二、PLC 的发展概况及发展方向 2
三、PLC 的几种流派简介 4
四、PLC 的发展趋势 6
五、PLC 的主要优点 7
六、PLC 的特点 8
七、电器控制系统与 PLC 控制系统的比较 10
八、PLC 的应用范围 11
第二节　PLC 的基本构成及工作原理 12
一、PLC 的基本构成 12
二、PLC 控制的等效电路 13
三、PLC 的工作原理 14
第三节　PLC 的技术规格与分类 19
一、PLC 的一般技术规格 19
二、PLC 的基本技术性能 19
三、PLC 的分类 20

第二章　PLC 的硬件系统 22
第一节　系统的硬件配置 22
一、基本单元 22
二、扩展设备 26
三、编程器 27
四、其他外围设备 27
第二节　基本 I/O 单元 28
一、开关量输入单元 28
二、开关量输出单元 29
第三节　CPM* 系列 PLC 简介 32
一、外型图 32
二、CPM2A 的基本构成 32
三、CPM2AH 型 PLC 功能简介 33
四、I/O 扩展单元 35

五、编程工具 35
六、型号及其种类 37
七、产品规格 38

第三章 PLC 的指令系统 42
第一节 编程基础 42
一、编程基础知识 42
二、软元件通道号及地址号分配规律及其功能概要 46
第二节 基本指令系统 51
一、取指令 LD（Load）、取反指令 LDNOT（Load Not）、输出指令 OUT（Output）和反相输出指令 OUTNOT（Output Not） 51
二、与指令 AND、与非指令 ANDNOT、或指令 OR、或非指令 ORNOT 52
三、块与 ANDLD（And Load）和块或指令 ORLD（Or Load） 54
四、空操作 NOP（No Operation）和程序结束 END 指令 56
五、上升沿微分指令 DIFU（Differentiate Up）和下降沿微分指令 DIFD（Differentiate Down） 57
六、置位指令 SET、复位指令 RSET（Reset）和保持指令 KEEP（11） 59
七、定时器指令 TIM（TIMER）和计数器指令 CNT（COUNTER） 60
八、互锁指令 IL（Inter Lock）和解除互锁指令 ILC（Inter Lock Clear） 64
九、跳转 JMP（Jump）和跳转结束指令 JME（Jump End） 66
第三节 应用指令系统 68
一、数据比较指令 69
二、数据传送指令 70
三、数据移位指令 71
四、BCD 递增递减指令 74
五、进位标志指令 74
六、四则运算指令 75
七、逻辑运算指令 78
八、步进指令 78
九、子程序控制指令 81

第二篇 应 用 篇

第四章 PLC 编程要领及小型实用程序设计 86
第一节 PLC 的编程要领 86
一、编程的基本原则 86
二、编程技巧 88
第二节 常用的小型实用程序介绍 90
一、电动机的启动、保持、停止程序（也称启动、复位程序） 90
二、单稳态程序 93
三、双稳态程序 93
四、多谐振荡器程序 96
五、脉冲序列发生器程序 97
六、顺序脉冲发生程序 98

需要全本请访问 www.ertongbook.com

七、占空比可调的脉冲程序 98
八、长定时程序 99
九、两地控制和多地控制程序 100
十、指示程序 101
十一、二分频程序 102
十二、断电延时程序 103

第五章　PLC 控制系统的硬件设计 105
第一节　控制系统的设计步骤和 PLC 选型 105
一、控制系统的设计步骤 105
二、可编程控制器的选择 107
第二节　系统硬件设计方案 109
一、系统硬件设计总体方案 109
二、系统硬件设计依据 112
三、系统硬件设计文件 112
第三节　PLC 输入 / 输出电路设计 114
一、PLC 输入电路的设计 114
二、PLC 输出电路的设计 117
第四节　PLC 的系统供电及接地设计 119
一、系统供电设计 119
二、接地设计 120

第六章　PLC 在改造传统继电接触式控制电路中的应用 123
第一节　三相异步电动机正转控制线路的改造 123
一、点动正转控制线路 123
二、具有过载保护的接触器自锁正转控制线路 126
三、连续与点动混合正转控制线路 130
第二节　三相异步电动机正反转控制线路的改造 135
一、接触器联锁的正反转控制线路 135
二、按钮联锁的正反转控制线路 140
三、按钮、接触器双重联锁正反转控制线路 143
第三节　三相异步电动机位置控制和自动循环控制线路的改造 147
一、位置控制线路（又称行程控制或限位控制线路） 148
二、自动循环控制线路 153
第四节　三相异步电动机顺序控制和多地控制线路的改造 159
一、顺序控制线路 159
二、多地控制线路 165
第五节　三相异步电动机降压启动控制线路的改造 168
一、定子绕组串电阻降压启动控制线路 169
二、断电延时型的 Y-△降压启动控制线路 173
第六节　多速三相异步电动机的控制线路改造 178
第七节　三相异步电动机制动电路的改造 185

第七章　PLC 在综合系统工程中的应用 193
第一节　PLC 在抢答器控制系统中的应用 193
一、控制要求 193

二、I/O 地址分配 193
三、硬件接线 194
四、编制梯形图程序及指令表 195
第二节 PLC 在交通信号灯控制系统中应用 199
一、控制要求 199
二、I/O 地址分配 199
三、硬件接线图 200
四、编制梯形图程序及指令表 200
第三节 PLC 在多种液体自动混合装置控制系统中的应用 205
一、控制要求 206
二、系统 I/O 地址分配 206
三、硬件接线图 207
四、编制梯形图程序及指令表 207
第四节 天塔之光控制程序 213
一、控制要求 213
二、PLC 的 I/O 分配 213
三、绘制 PLC 硬件接线图 213
四、编制梯形图及指令表程序 214
参考文献 219

第一篇

原 理 篇

本篇内容

- 第一章　PLC 的构成及工作原理
- 第二章　PLC 的硬件系统
- 第三章　PLC 的指令系统

第一章

PLC 的构成及工作原理

第一节 PLC概述

一、PLC的定义

可编程序控制器，英文全称 Programmable Controller，简称 PLC 或 PC。但由于 PC 容易和国内惯用的个人计算机（Personal Computer）的英文缩写 PC 混淆，故人们仍习惯地用 PLC 作为可编程序控制器的英文缩写。它是一个以微处理器为核心的数字运算操作电子系统装置，专为在工业现场应用而设计，采用可编程序的存储器，用以在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时 / 计数和算术运算等操作指令，并通过数字式或模拟式的输入 / 输出接口，控制各种类型的机械或生产过程。PLC 是微机技术与传统的继电接触控制技术相结合的产物，它克服了继电接触控制系统中的机械触点接线复杂、可靠性低、功耗高、通用性和灵活性差等缺点，充分利用了微处理器的优点，又照顾到了现场电气操作维修人员的技能与习惯，特别是 PLC 的程序编制，不需要专门的计算机编程语言知识，而是采用了一套以继电器梯形图为基础的简单指令形式，使用户程序编制形象、直观、方便易学，调试与查错也都很方便。用户在购买到所需的 PLC 后，只需按照说明书的提示，做少量的接线和简易的用户程序编制工作，就可灵活方便地将 PLC 应用于生产实践之中。

PLC 这门新兴控制技术一直在发展中，所以至今尚未对其下最后的定义。国际电工学会（IEC）曾先后于 1982 年 11 月、1985 年 1 月和 1987 年 2 月发布了可编程序控制器标准草案的第一、二、三稿。在第三稿定义中 IEC 特别地强调了 PLC 有以下特点：

（1）数字运算操作的电子系统——也是一种计算机（是工业计算机）。

（2）专为在工业环境下应用而设计。

（3）面向用户的指令系统——编程方便。

（4）具备逻辑运算、顺序控制、定时 / 计数控制和算术操作。

（5）具有数字量或模拟量输入 / 输出控制。

（6）易于与控制系统联成一体。

（7）易于扩充。

二、PLC的发展概况及发展方向

PLC 的产生源于美国汽车制造业飞速发展的需要。20 世纪 60 年代后期，汽车型号更新

速度加快，原先的汽车制造生产线上使用的继电接触器控制系统，尽管具有原理简单、使用方便、部件动作直观、价格便宜等诸多优点，但由于它的控制逻辑由元器件的固有布线方式来决定（也称之为硬接线逻辑或硬逻辑），因此缺乏变更控制过程的灵活性，不能满足用户快速改变控制方式的要求，无法适应汽车换代、周期迅速缩短的需要。

20 世纪 40 年代产生的电子计算机，在 20 世纪 60 年代已得到迅猛发展，虽然小型计算机已开始应用于工业生产的自动控制过程中，但由于原理复杂，又需专业的程序设计语言，致使一般电气工作人员难以掌握和使用。

1968 年，美国通用汽车公司设想将上述两者的长处有机地结合起来，提出了新型电气控制装置的十点招标要求，其中有：①它的继电控制系统设计周期短，更改容易，接线简单，成本低；②它能把计算机的功能和继电控制系统的优点有机地结合起来，但编程又比计算机简单易学、操作方便；③系统通用性强等十条。1969 年，美国数字设备公司（DEC）结合计算机和继电接触器控制系统二者的优点，按招标要求完成了其研制工作，并在美国通用汽车公司的自动生产线上试用成功，从而诞生了世界上第一台可编程控制器。

1. 国外 PLC 发展概况

PLC 自问世以来，经过近 40 年的发展，在美、德、日等工业发达国家已成为重要的产业之一，其世界总销售额不断上升、生产厂家不断涌现、品种不断翻新，在产量产值大幅度上升的同时价格则不断下降。

2. 技术发展动向

（1）产品规模向大、小两个方向发展。大：I/O 点数达 14336 点、32 位微处理器、多 CPU 并行工作、大容量存储器、扫描速度高速化。小：由整体结构向小型模块化结构发展，增加了配置的灵活性，降低了成本。

（2）PLC 在闭环过程控制中的应用日益广泛。

（3）不断加强通信功能。

（4）新器件和模块不断推出。高档的 PLC 除了主要采用 CPU 以提高处理速度外，还有带处理器的 EPROM 或 RAM 的智能 I/O 模块、高速计数模块、远程 I/O 模块等专用化模块。

（5）编程工具丰富多样，功能不断提高，编程语言趋向标准化。有各种简单或复杂的编程器及编程软件，采用梯形图、功能图、语句表等编程语言，亦有高档的 PLC 指令系统。

（6）发展容错技术。采用热备用或并行工作、多数表决的工作方式。

（7）追求软硬件的标准化。

3. 国产 PLC 发展及应用概况

我国的 PLC 产品的研制和生产经历了三个阶段：①顺序控制器阶段（1973 ～ 1979 年），②一位处理器为主的工业控制器阶段（1979 ～ 1985 年），③ 8 位微处理器为主的可编程序控制器阶段（1985 年以后）。在对外开放政策的推动下，国外 PLC 产品大量进入我国市场，一部分随成套设备进口，如宝钢一、二期工程就引进了 500 多套，还有咸阳显像管厂、秦皇岛煤码头、汽车厂等。目前，PLC 在国内的各行业也有了极大的应用，技术含量也越来越高。

三、PLC的几种流派简介

由于 PLC 的显著优点，因此它一诞生，便立即受到美国国内其他公司和世界上各工业发达国家的高度关注。从 20 世纪 70 年代初开始，在 30 余年的时间里，PLC 的生产已发展成一个巨大的产业。据不完全统计，现在世界上有 PLC 及其网络的生产厂商 200 余家，所生产的 PLC 品种有 400 多种。PLC 产品的产量和销量在工业控制装置中一直高居首位，迄今为止，世界市场对 PLC 的需求仍在稳步上升。以 20 世纪 90 年代以来的市场情况为例，全世界的 PLC 销售额就已达百亿美元，而且一直保持 15% 的年增长率。

PLC 的厂家众多，尤其是 PLC 品种繁多且指令系统相互不兼容，这给广大的 PLC 用户在学习、选择、使用、开发 PLC 等方面都带来了不少困难。为了给广大用户寻求克服这些困难的途径，不妨将 PLC 产品按地域分为三种流派。由于同一地域的 PLC 产品，相互借鉴比较多，互相影响也比较大，技术渗透比较深，面临的主要市场相同，用户要求接近，因此同一流派的 PLC 产品呈现出较多的相似性，而不同流派的 PLC 产品则差异明显。

目前 PLC 产品可按地域分成三大流派：一种流派是美国产品，另一种流派是欧洲产品，还有一种流派是日本产品。美国和欧洲的 PLC 技术是在相互隔离情况下独立研究开发的，因此美国和欧洲的 PLC 产品有明显的差异性；而日本的 PLC 技术是由美国引进的，对美国的 PLC 产品有一定的继承性，但日本的主推产品定位在小型 PLC 上。美国和欧洲以大中型 PLC 而闻名，而日本则以小型 PLC 著称。

1. 美国的 PLC 产品

美国是 PLC 的生产大国，有 100 多家 PLC 厂商，著名的有 A-B 公司、通用电气（GE）公司、莫迪康（MODICON）公司、德州仪器（TI）公司、西屋公司等。其中 A-B 公司是美国最大的 PLC 制造商，其产品约占美国 PLC 市场的一半。

A-B 公司产品规格齐全、种类丰富，其主推的大、中型 PLC 产品是 PLC-5 系列。该系列为模块式结构，CPU 模块为 PLC-5/10、PLC-5/12、PLC-5/15、PLC-5/25 时，属于中型 PLC，I/O 点配置范围为 256 ～ 1024 点；当 CPU 模块为 PLC-5/11、PLC-5/20、PLC-5/30、PLC-5/40、PLC-5/60、PLC-5/40L、PLC-5/60L 时，属于大型 PLC，I/O 点最多可配置到 3072 点。该系列中 PLC-5/250 功能最强，最多可配置到 4096 个 I/O 点，具有强大的控制和信息管理功能，大型机 PLC-3 最多可配置 8096 个 I/O 点。A-B 公司的小型 PLC 产品有 SLC500 系列等。

GE 公司的代表产品是小型机 GE-Ⅰ、GE-Ⅰ/J、GE-Ⅰ/P 等，除 GE-Ⅰ/J 外，均采用模块式结构。GE-Ⅰ用于开关量控制系统，最多可配置 112 个 I/O 点；GE-Ⅰ/J 是更小型化的产品，其 I/O 点最多可配置 96 点。GE-Ⅰ/P 是 GE-Ⅰ的增强型产品，增加了部分功能指令（数据操作指令）、功能模块（A/D、D/A 等）和远程 I/O 功能等，其 I/O 点最多可配置 168 点。中型机 GE-Ⅲ，它比 GE-Ⅰ/P 增加了中断、故障诊断等功能，最多可配置 400 个 I/O 点。大型机 GE-Ⅴ，它比 GE-Ⅲ增加了部分数据处理、表格处理、子程序控制等功能，并具有较强的通信功能，最多可配置 2048 个 I/O 点；GE-Ⅵ/P 最多可配置 4000 个 I/O 点。

TI 公司的小型 PLC 新产品有 510、520 和 TI100 等，中型 PLC 新产品有 TI300、5TI 等，大型 PLC 产品有 PM550、530、560、565 等系列。除 TI100 和 TI300 无联网功能外，其他 PLC 都可实现通信联网，构成分布式控制系统。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

MODICON 公司有 M84 系列 PLC。其中，M84 是小型机，具有模拟量控制、与上位机通信等功能，最多点为 112 个 I/O 点。M484 是中型机，其运算功能较强，可与上位机通信，也可与多台 PLC 联网，最多可扩展为 512 个 I/O 点。M584 是大型机，其容量大、数据处理和网络能力强，最多可扩展为 8192 个 I/O 点。M884 增强型中型机，它具有小型机的结构、大型机的控制功能，主机模块配置 2 个 RS-232C 接口，可方便地进行组网通信。

2. 欧州的 PLC 产品

德国的西门子公司、AEG 公司、法国的 TE 公司都是欧洲著名的 PLC 制造商。德国西门子的电子产品以性能精良而久负盛名，在中、大型 PLC 产品领域与美国的 A-B 公司齐名。

西门子 PLC 主要产品是 S5、S7 系列。在 S5 系列中，S5-90U、S-95U 属于微型整体式 PLC；S5-100U 是小型模块式 PLC，最多可配置 256 个 I/O 点；S5-115U 是中型 PLC，最多可配置 1024 个 I/O 点；S5-115UH 是大型机，它是由两台 S5-115U 组成的双机冗余系统，最多可配置 4096 个 I/O 点，模拟量可达 300 多路。而 S7 系列是西门子公司在 S5 系列 PLC 基础上近几年推出的新产品，其性能价格比较高，其中 S7-200 系列属于微型 PLC，S7-300 系列属于中小型 PLC、S7-400 系列属于中高性能的大型 PLC。

3. 日本的 PLC 产品

日本的小型 PLC 最具特色，在小型机领域中颇具盛名，某些用欧美的中型机或大型机才能实现的控制，日本的小型机就可以解决，在开发较复杂的控制系统方面明显优于欧美的小型机，所以格外受用户欢迎。日本有许多 PLC 制造商，如三菱、欧姆龙、松下、富士、日立、东芝等，在世界小型 PLC 市场上，日本的产品约占 70%的份额。

三菱公司的 PLC 是较早进入中国市场的产品。其小型机 F1/F2 系列是 F 系列的升级产品，早期在我国的销量也不小。F1/F2 系列加强了指令系统，增加了特殊功能单元和通信功能，比 F 系列有了更强的控制能力。继 F1/F2 系列之后，20 世纪 80 年代末三菱公司又推出 FX 系列，该系列在容量、速度、特殊功能、网络功能等方面都有了全面的加强。FX2 系列是在 20 世纪 90 年代开发的整体式高功能小型机，它配有各种通信适配器和特殊功能单元。FX2N 是近几年推出的高功能整体式小型机，它是 FX2 的换代产品，各种功能都有了全面的提升。近年来还不断推出满足不同要求的微型 PLC，如 FX0S、FX1S、FX0N、FX1N 及 α 系列等产品。

三菱公司的大中型机有 A 系列、QnA 系列、Q 系列，它们具有丰富的网络功能，I/O 点数可达 8192 点。其中 Q 系列具有超小的体积、丰富的机型、灵活的安装方式、双 CPU 协同处理、多存储器、远程口令等特点，是三菱公司现有 PLC 中性能最高的 PLC。

欧姆龙公司的 PLC 产品中，大、中、小、微型规格齐全。微型机以 SP 系列为代表，其体积极小，速度极快。小型机有 P 型、H 型、CPM1A 系列、CPM2A 系列、CPM2C、CQM1 等。P 型机现已被性价比更高的 CPM1A 系列所取代，CPM2A/2C、CQM1 系列内置 RS-232C 接口和实时时钟，并具有软 PID 功能，CQM1H 是 CQM1 的升级产品。中型机有 C200H、C200HS、C200HX、C200HG、C200HE 和 CS1 系列。C200H 是前些年畅销的高性能中型机，它有配置齐全的 I/O 模块和高功能模块，具有较强的通信和网络功能。C200HS 是 C200H 的升级产品，指令系统更丰富、网络功能更强。C200HX/HG/HE 是 C200HS 的升级产品，有 1148 个 I/O 点，其容量是 C200HS 的 2 倍，速度是 C200HS 的 3.75 倍，有品种

齐全的通信模块，是适应信息化的 PLC 产品。CS1 系列具有中型机的规模、大型机的功能，是一种极具推广价值的新机型。大型机有 C1000H、C2000H、CV（CV500 / CV1000 / CV2000 / CVM1）等。 C1000H、C2000H 可单机或双机热备运行，安装有带电插拔模块，C2000H 可在线更换 I/O 模块；CV 系列中除 CVM1 外，均可采用结构化编程，易读、易调试，并具有更强大的通信功能。

松下公司的 PLC 产品中，FP0 为微型机，FP1 为整体式小型机，FP3 为中型机，FP5/FP10、FP10S（FP10 的改进型）、FP20 为大型机，其中 FP20 是最新产品。松下公司近几年 PLC 产品的主要特点是指令系统功能强，有的机型还提供了可以用 FP-BASIC 语言编程的 CPU 及多种智能模块，为复杂系统的开发提供了软件手段；FP 系列各种 PLC 都配置通信机制，由于它们使用的应用层通信协议具有一致性，这给构成多级 PLC 网络和开发 PLC 网络应用程序带来了方便。

4. 国产 PLC 产品

我国也有许多厂家、科研院所从事 PLC 的研制与开发，如中国科学院自动化研究所的 PLC-0088，北京联想计算机集团公司的 GK-40，上海机床电器厂的 CKY-40，上海起重电器厂的 CF-40MR/ER，苏州电子计算机厂的 YZ-PC-001A，原机电部北京机械工业自动化研究所的 MPC-001/20、KB-20/40，杭州机床电器厂的 DKK02，天津中环自动化仪表公司的 DJK-S-84/86/480 等。自 1982 年以来，先后有天津、厦门、大连、上海等地相关企业与国外著名 PLC 制造厂商进行合资或引进技术、生产线等，促进了我国的 PLC 技术的发展。

虽然将地域作为 PLC 产品流派划分的标准并不十分科学，但广大用户可从“同一流派的 PLC 产品呈现出较多的相似性，而不同流派的 PLC 产品则差异明显”的特征中得出其中的实用价值。广大 PLC 用户完全不必在众多的 PLC 产品面前应接不暇，而可以在每一流派中，针对在我国最具影响力、最具代表性的 PLC 产品入手，相对比较容易地对该流派中的 PLC 产品举一反三、触类旁通。本书以 OMRON 公司的 CPM2AH 系列 PLC 为例，介绍 PLC 的原理及应用，读者可以此为入门引导，在实践中不断深化学习。

四、PLC的发展趋势

1. 向高速度、大容量方向发展

为了提高 PLC 的处理能力，要求 PLC 具有更好的响应速度和更大的存储容量。目前，有的 PLC 的扫描速度可达 0.1ms/k 步左右。PLC 的扫描速度已成为很重要的一个性能指标。

在存储容量方面，有的 PLC 最高可达几十兆字节。为了扩大存储容量，有的公司已使用了磁棒存储器或硬盘。

2. 向超大型、超小型两个方向发展

当前中小型 PLC 比较多，为了适应市场的不同需要，今后 PLC 要向多品种方向发展，特别是向超大型和超小型两个方向发展。现已有 I/O 点数达 14336 点的超大型 PLC，其使用 32 位微处理器、多 CPU 并行工作和大容量存储器，功能较强。

小型 PLC 由整体结构向小型模块化结构发展，可以使配置更加灵活，为了市场需要已开发了各种简易、经济的超小型及微型 PLC，最小配置的 I/O 点数为 8 ～ 16 点，以适应单

机及小型自动控制的需要，如三菱公司的 α 系列 PLC。

3．大力开发智能模块，加强联网通信能力

为满足各种自动化控制系统的要求，近年来不断开发出许多功能模块，如高速计数模块、温度控制模块、远程 I/O 模块、通信和人机接口模块等。这些带 CPU 和存储器的智能 I/O 模块，既扩展了 PLC 的功能，使用也更灵活方便，扩大了 PLC 的应用范围。

加强 PLC 联网通信的能力是 PLC 技术进步的潮流。PLC 的联网通信有两类：一类是 PLC 之间的联网通信，各 PLC 生产厂家都有自己的专有联网手段；另一类是 PLC 与计算机之间的联网通信，一般 PLC 都有专用通信模块与计算机通信。为了加强联网通信能力，PLC 生产厂家之间也在协商制订通用的通信标准，以便构成更大的网络系统，PLC 已成为集散控制系统（DCS）不可缺少的重要组成部分。

4．增强外部故障的检测与处理能力

根据统计资料表明：在 PLC 控制系统的故障中，CPU 故障占 5%，I/O 接口故障占 15%，输入设备故障占 45%，输出设备故障占 30%，线路故障占 5%。前二项共 20% 的故障属于 PLC 的内部故障，它可通过 PLC 本身的软、硬件实现检测、处理；而其余 80% 的故障属于 PLC 的外部故障。因此，PLC 生产厂家都在致力于研制、开发用于检测外部故障的专用智能模块，进一步提高系统的可靠性。

5．编程语言多样化

在 PLC 系统结构不断发展的同时，PLC 的编程语言也越来越丰富，功能也在不断提高。除了大多数 PLC 使用的梯形图语言外，为了适应各种控制要求，出现了面向顺序控制的步进编程语言、面向过程控制的流程图语言、与计算机兼容的高级语言（BASIC、C 语言等）等。多种编程语言的并存、互补与发展是 PLC 进步的一种表现。

五、PLC的主要优点

PLC 有如下一些主要优点：

（1）编程简单。PLC 用于编程的梯形图与传统的继电接触器式线路图有许多相似之处，对于具有一定电工知识和文化水平的人员，都可以在较短的时间内学会编制程序的步骤和方法。

（2）可靠性高。PLC 是专门为工业控制而设计的，在设计与制造过程中均采用了诸如屏蔽、滤波、隔离、无机械触点、精选元器件等多层次有效的抗干扰措施，因此可靠性很高，其平均故障时间间隔为 2 万小时以上。此外，PLC 还具有很强的自诊断功能，可以迅速方便地检查判断出故障，协助工程技术人员缩短检修时间。

（3）通用性好。PLC 品种多，档次也多，可由各种组件灵活组合成不同的控制系统，以满足不同的控制要求。同一台 PLC 只要改变软件就可实现控制不同的对象或不同的控制要求。在构成不同的 PLC 控制系统时，只需在 PLC 的输入、输出端子上接上不同的与之相应的输入信号和输出设备，PLC 就能接收输入信号和输出符合要求的控制信号。

（4）功能强。PLC 能进行逻辑、定时、计数和步进等控制，能完成 A/D（模 / 数）与 D/A（数 / 模）转换、数据处理和通信联网等任务，具有很强的功能。随着 PLC 技术的迅猛

发展，各种新的功能模块不断得到开发，PLC 的功能也日益齐全，应用领域也得到了进一步拓展。

（5）体积小、重量轻、易于实现机电一体化。由于 PLC 采用半导体集成电路，因此具有体积小、重量轻、功耗低的特点。

（6）设计、施工和调试周期短。PLC 以软件编程来取代硬件接线，由它构成的控制系统结构简单，安装使用方便，而且商品化的 PLC 模块功能齐全，程序的编制、调试和修改也很方便，因此可大大缩短 PLC 控制系统的设计、施工和投产周期。

六、PLC的特点

为适应在工业环境下使用，与一般控制装置相比较， PLC 有以下特点：

1. 可靠性高，抗干扰能力强

工业生产对控制设备的可靠性要求如下：

（1）平均故障间隔时间长。

（2）故障修复时间（平均修复时间）短。

任何电子设备产生的故障，通常分为两种：

（1）偶发性故障。由于外界恶劣环境如电磁干扰、超高温、超低温、过电压、欠电压、振动等引起的故障，这类故障只要不引起系统部件的损坏，一旦环境条件恢复正常，系统也随之恢复正常。但对 PLC 而言，受外界影响后，内部存储的信息可能被破坏。

（2）永久性故障。由于元器件不可恢复的破坏而引起的故障。如果能限制偶发性故障的发生条件，能使 PLC 在恶劣环境中不受影响或能把影响的后果限制在最小范围，在恶劣条件消失后 PLC 能自动恢复正常，这样就能提高平均故障间隔时间；或是在 PLC 上增加一些诊断措施和适当的保护手段，在永久性故障出现时，能很快查出故障发生点，并将故障限制在局部，这样就能降低 PLC 的平均修复时间。为此，各 PLC 的生产厂商在硬件和软件方面采取了多种措施，使 PLC 除了本身具有较强的自诊断能力，能及时给出出错信息，停止运行、等待修复外，还使 PLC 具有了很强的抗干扰能力。

1）硬件措施。主要模块均采用大规模或超大规模集成电路，大量开关动作由无触点的电子存储器完成，I/O 系统设计有完善的通道保护和信号调整电路。

①屏蔽。对电源变压器、CPU、编程器等主要部件，采用导电、导磁良好的材料进行屏蔽，以防外界干扰

②滤波。对供电系统及输入线路采用多种形式的滤波，如 LC 或 π 型滤波网络，以消除或抑制高频干扰，也削弱了各种模块之间的相互影响。

③电源调整与保护。对微处理器这个核心部件所需的 +5V 电源，采用多级滤波，并用集成稳压调整器进行调整，以适应交流电网的电压波动和过电压、欠电压的影响。

④隔离。在微处理器与 I/O 电路之间，采用光电、电磁隔离措施，有效地隔离 I/O 接口与 CPU 之间的电联系，减少故障和误动作，各 I/O 口之间亦彼此隔离。

⑤采用模块式结构。这种结构有助于在出现故障情况后短时修复。一旦查出某一模块出现故障，能迅速更换，使系统恢复正常工作，同时也有助于加快查找故障原因。

2）软件措施有极强的自检及保护功能。

①故障检测。软件定期地检测外界环境，如掉电、欠电压、锂电池电压过低及强干扰信号等，以便及时进行处理。

②信息保护与恢复。当偶发性故障条件出现时，不破坏 PLC 内部的信息，一旦故障条件消失，就可恢复正常，继续原来的程序工作。所以，PLC 在检测到故障条件时，立即把现有状态存入存储器，软件配合对存储器进行封闭，禁止对存储器的任何操作，以防存储信息被冲掉。

③设置警戒时钟（看门狗 WTD）。如果程序每次循环执行时间超过了 WTD 规定的时间，预示程序进入死循环，立即报警。

④加强对程序的检查和校验。一旦程序有错，立即报警，并停止执行。

⑤对程序及动态数据进行电池后备。停电后，利用后备电池供电，有关状态及信息就不会丢失。

PLC 的出厂试验项目中，有一项就是抗干扰试验，它要求承受的幅值为 1000V，上升时间 1ns，脉冲宽度为 1s 的干扰脉冲。一般平均故障间隔时间可达几十万到上千万小时，集成系统亦可达 4 ～ 5 万小时甚至更长时间。

2. 通用性强，控制程序可变，使用方便

PLC 品种齐全的各种硬件装置，可以组成满足各种要求的控制系统，用户不必自己再设计和制作硬件装置。用户在硬件确定以后，在生产工艺流程改变或生产设备更新的情况下，不必改变 PLC 的硬设备，只需改编程序就可以满足要求。因此，PLC 除应用于单机控制外，在工厂自动化中也被大量采用。

3. 功能强，适应面广

现代 PLC 不仅有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能，还具有数字和模拟量的输入输出、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录显示等功能。它既可控制一台生产机械、一条生产线，又可控制一个生产过程。

4. 编程简单，容易掌握

目前，大多数 PLC 仍采用与继电控制形式相似的“梯形图编程方式”，既继承了传统控制线路的清晰直观，又考虑到大多数工厂和企业电气技术人员的读图习惯及编程水平，非常容易接受和掌握。梯形图语言的编程元件符号和表达方式与继电器控制电路原理图相当接近。通过阅读 PLC 的用户手册或短期培训，电气技术人员和技术工人很快就能学会用梯形图编制控制程序。PLC 同时还提供了功能图、语句表等编程语言。

PLC 在执行梯形图程序时，用解释程序将它翻译成机器语言然后执行（PLC 内部增加了解释程序）。这与直接执行汇编语言编写的用户程序相比，执行梯形图程序的时间要长一些，但对于大多数机电控制设备而言，完全可以满足控制要求。

5. 减少了控制系统的设计及施工的工作量

由于 PLC 采用软件来取代继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件，控制柜的设计安装接线工作量大为减少。同时， PLC 的用户程序可以在实验室模拟调试，更减少了现场的调试工作量。并且，由于 PLC 的低故障率及很强的监视功能，模块化等等，使维修也极为方便。

6. 体积小、重量轻、功耗低、维护方便

PLC 是将微电子技术应用于工业设备的产品，其结构紧凑、坚固、体积小、重量轻、功耗低，并且由于 PLC 的强抗干扰能力，易于装入设备内部，是实现机电一体化的理想控制设备。以三菱公司的 F1-40M 型 PLC 为例，其外型尺寸仅为 305mm×110mm×110mm，重 2.3kg，功耗小于 25VA，而且具有很好的抗振、适应环境温度、湿度变化的能力。现在三菱公司又有 FX 系列 PLC，与其超小型品种 F1 系列相比，面积为 F1 的 47%, 体积为 F1 的 36%，在系统的配置上既固定又灵活，输入输出可达 24 ～ 128 点。

七、继电器控制系统与PLC控制系统的比较

可编程控制器既然能替代继电器控制，那么它们二者相比到底有何不同之处呢？图 1-1 为继电器控制系统与 PLC 控制系统的功能框图及上述两种控制系统的具体控制电路。

由图 1-1（a）和图 1-1（b）可以看出任何一个继电器控制系统或 PLC 控制系统，都是由输入部分、输出部分和控制部分组成，这是二者的共同之处。

从图 1-1（c）和图 1-1（d）中可以看出，PLC 梯形图和继电器控制电路的符号基本类似，连接形式（串并联形式）基本相同，所反映的输入、输出逻辑关系也基本一致。但应指出的是，二者之间也有很多不同点。

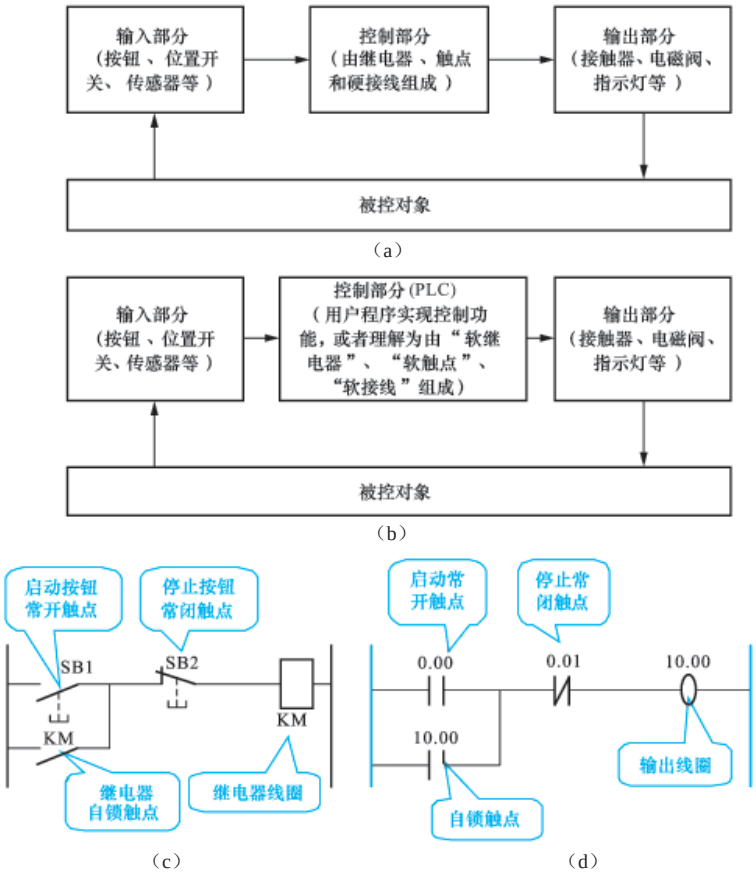


图 1-1 继电接触器控制与 PLC 控制比较

（a）继电器控制系统的功能框图；（b）PLC 控制系统的功能框图
（c）继电器控制电路图；（d）PLC 梯形图

需要全本请访问 www.ertongbook.com